

1 9 6 8  
Nr 6 (81)

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI  
WARSZAWA — MIEDZESZYN

# PRZEGŁĄD ZAGADNIEŃ ŁĄCZNOŚCI





MINISTERSTWO ŁĄCZNOŚCI

---

# PRZEGLĄD ZAGADNIEŃ ŁĄCZNOŚCI

ROK 8

WARSZAWA 1968

NR 6(81)

---

INSTYTUT ŁĄCZNOŚCI

Branżowy Ośrodek  
Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej

**Redakcja Problemów Łączności i Zagadnień Łączności**

**Redaktor Naczelny - prof. Zenon Szpigler**

**Redaktorzy działów:**

**mgr inż. Władysław Cetner, mgr inż. Adam Moniuszko,  
mgr inż. Józef Możejko, dr. Stanisław Włoszczowski**

**Adres Redakcji:**

**Instytut Łączności**

**Branżowy Ośrodek**

**Informacji Naukowo-Technicznej i Ekonomicznej**

**Warszawa-Miedzeszyn, ul. Szachowa 1.**

**NA PRAWACH RĘKOPISU - DO UŻYTKU SŁUŻBOWEGO**

**Redaktor: J. Borkowska**

**Montaż tekstu: B. Drabik**

**Dział Wydawniczy Instytutu Łączności,  
Format B5. Nakład 740. Druk ukończono  
w marcu 1969 r.**

**PRZEGLĄD  
ZAGADNIENÍ ŁĄCZNOŚCI**

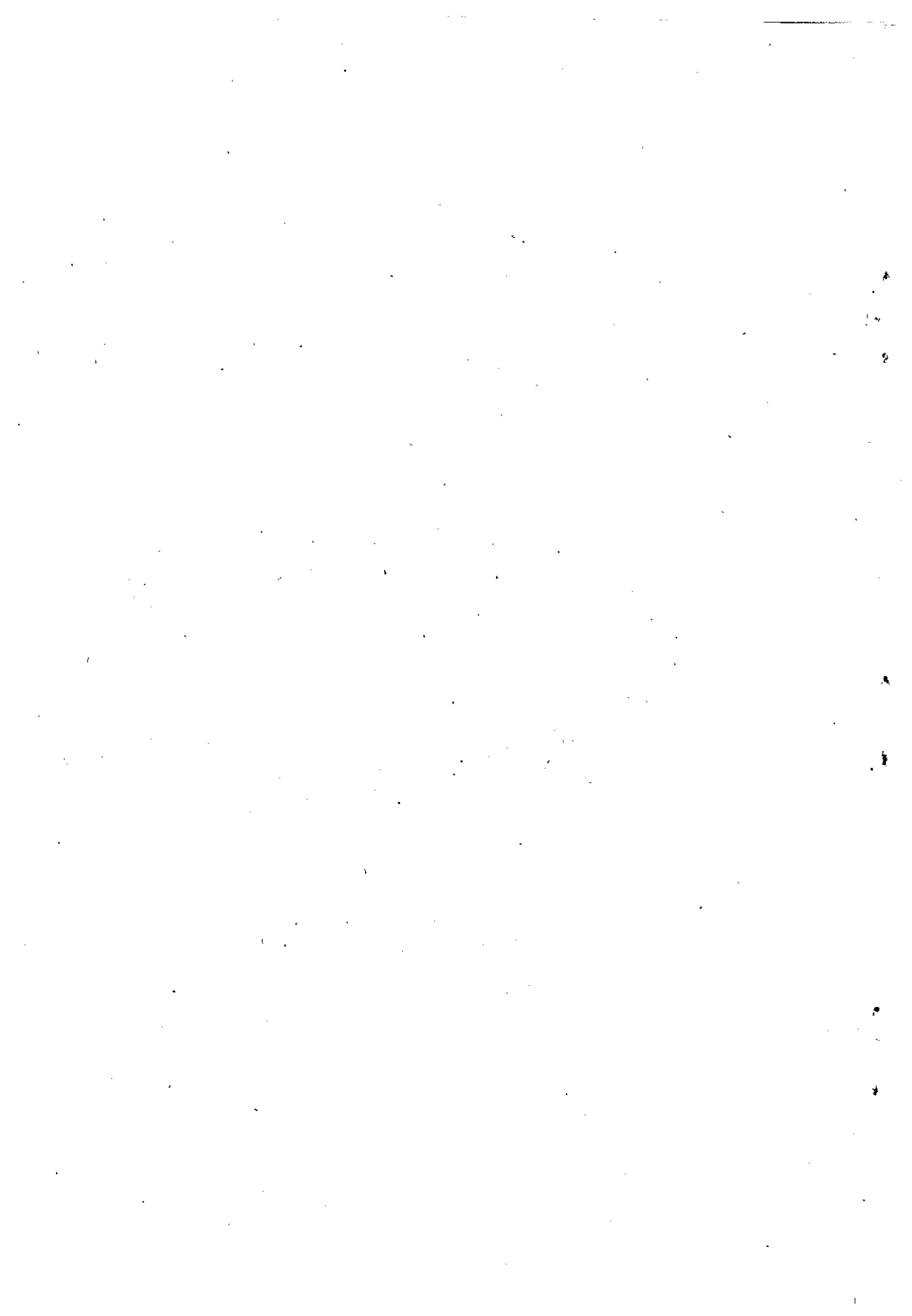
**Wydajność pracy w telekomunikacji**

**SPIS TREŚCI**

**Str.**

**J.H.H. Merriman: Ludzie, układy i systemy w telekomunikacji - przejawy i skutki ich wzajemnych powiązań w aspekcie poprawy wydajności i jakości pracy - Opracował J. Michna**

**1**



LUDZIE, UKŁADY I SYSTEMY W TELEKOMUNIKACJI -  
- przejawy i skutki ich wzajemnych powiązań  
w aspekcie poprawy wydajności i jakości pracy

Opracował J. Michna na podstawie artykułu:  
Merriman J.H.H.: Men, circuits and systems  
in telecommunications. Proceedings of the  
IEE, 1968 r., t. 115, nr 1, s. 7-15.

## 1. WSTĘP

### 1.1. Wprowadzenie

Celem tej rozprawy jest wykazanie, że telekomunikacja to nie tylko techniczny "dialog" pomiędzy różnego rodzaju nadajnikami i odbiornikami. To również zespół zagadnień handlowych, czyli "dialog" między użytkownikami a dostawcami usług telekomunikacyjnych. Telekomunikacja to nie tylko zespoły obwodów elektrycznych, to także zespoły ludzi bezpośrednio zatrudnionych przy produkcji i zespoły ludzi kierujących. Telekomunikacja to dziedzina techniki spełniająca funkcję usługi społecznej, ale jest to zarazem instytucja o charakterze handlowym, mająca szeroki zasięg, atrakcyjna i przynosząca dochody.

Okazuje się, że w dotychczasowym rozwoju omawianej dziedziny najwięcej uwagi poświęcono zagadnieniom techniki (np. archiwa IEE zawierają wiele znakomitych rozpraw na ten temat), natomiast niewiele zainteresowania okazywano jednemu z bardziej interesujących problemów

telekomunikacji, jakim jest oddziaływanie wzajemne, istniejące między ludźmi techniki a resztą społeczeństwa oraz między obwodami elektrycznymi a ludźmi.

Obraz przytoczonych problemów byłby pełniejszy, gdyby zająć się moralną odpowiedzialnością ludzi związanych z telekomunikacją. Odpowiedzialność ta wynika stąd, że ludzie techniki w telekomunikacji zajmują się nie tylko tworzeniem urządzeń technicznych, ale także przewidywaniem oddziaływania tych urządzeń na społeczeństwo oraz wpływu na reakcje indywidualne obywateli.

W ujęciu powierzchownym oddziaływanie to może wynikać z konieczności zastosowania kompromisu pomiędzy środkami, jakimi dysponuje projektant a zadaniami, jakie ma do wykonania; w ujęciu szczegółowym może to być oddziaływanie przez dostosowywanie projektów do zapotrzebowań odbiorców.

Tłem tych zależności są problemy ekonomiczne i z nimi związane wpływające na wydajność pracy.

## 1.2. Różnorodność działalności w telekomunikacji

Rozważając przykładowo warunki angielskie stwierdzić możemy, że już sama część dziedziny telekomunikacji, która pozostaje pod zarządem poczty jest zarówno złożona, jak i różnorodna. Obejmuje ona wszystkie typy telekomunikacji publicznej i prywatnej: telegrafię, telefonię, telewizję i transmisję danych. Różnorodnością odznaczają się usługi telekomunikacyjne, a nawet rozwiązania konstrukcyjne. Zarówno pierwsze jak i drugie są w Anglii



przystosowywane do każdego typu lokalizacji obiektów telekomunikacyjnych. Różnorodność istnieje w środkach realizacji telekomunikacji przewodowej. Są tu stosowane linie napowietrzne nieizolowane albo izolowane, kable napowietrzne lub podziemne z przewodami symetrycznymi lub współosiowymi, w płaszczu stalowym lub polietylenowym. Kanały częstotliwości akustycznej są tworzone za pomocą torów przewodowych na liniach wzmacnianych czterolub dwuprzewodowych, a także za pomocą technik zwielokrotnienia częstotliwościowego i czasowego przy zastosowaniu modulacji impulsowo-kodowej (PCM).

Kanały częstotliwości akustycznej są również tworzone za pomocą linii radiowych pracujących na falach decymetrowych i centymetrowych; linie te mogą być bezpośrednie lub pośrednie - poprzez stacje przekaźnikowe naziemne czy satelitarne.

I tu znów daje się zauważyć różnorodność technik i zasad pracy systemów.

Kanały telegrafii i transmisji danych są realizowane na łączach specjalnych telegraficznych i transmisji danych lub za pomocą łączy rozmównych przy wykorzystaniu zwielokrotnienia z modulacją amplitudy lub częstotliwości. Podobnie różne są metody komutowania kanałów: ręczne, w systemie Strowgera, w systemie krzyżowym lub elektronicznym. Obok tego znacznego zróżnicowania i złożoności w zakresie sprzętu telekomunikacyjnego, czyli w płaszczyźnie obwodów, układów i systemów, istnieje zróżnicowanie (bezpośrednio powiązane z wyżej określonym) w

sferze twórczej; w sferze ludzi opracowujących systemy telekomunikacyjne.

Tu można wyróżnić ludzi personelu badawczego, projektującego i fabrycznego, instalującego oraz eksploatacyjnego. Personel badawczy poszukuje możliwości wprowadzenia nowych form telekomunikacji w czasie od pięciu do dwudziestu lat. Personel projektujący i fabryczny niezwłocznie przystępuje do produkcji i dostarcza potrzebnych urządzeń i podzespołów. Personel instalujący dostarcza urządzenia żądającym tego użytkownikom w miarę napływu ich zamówień, a personel eksploatacyjny (utrzymujący) w ciągu 30-40 lat "życia" danego urządzenia dąży do polepszenia usług dawanych użytkownikowi.

W interesie jak najbardziej sprawnego działania każda z wymienionych, licznych grup pracuje w warunkach pełnego zakresu udogodnień w sensie technicznym i geograficznym (miejsce zarządzania i miejsce pracy w terenie).

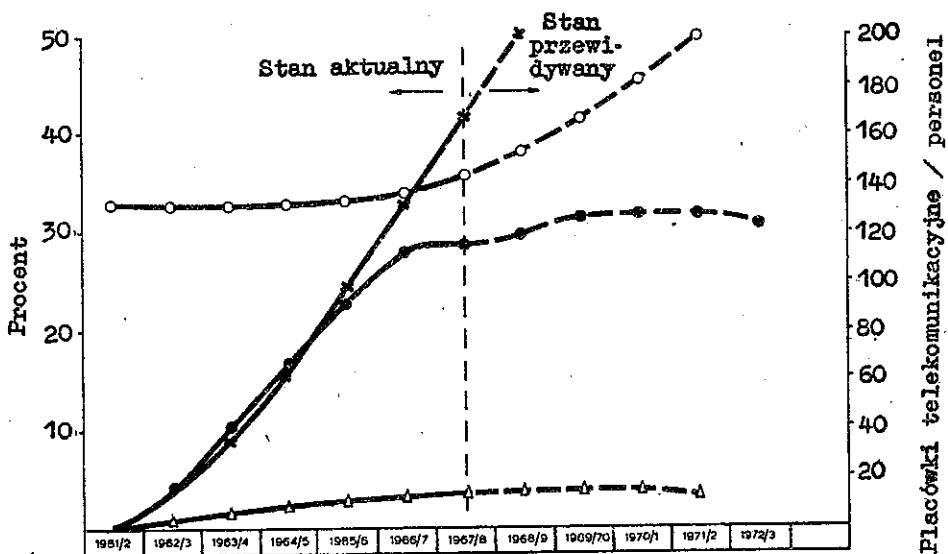
### 1.3. Ludzie w telekomunikacji

Podobnie jak w wielu gałęziach przemysłu, racjonalne gospodarowanie zasobami sił ludzkiego zaangażowania w telekomunikacji jest jednym z najistotniejszych problemów. Problem ten występuje pod dwiema postaciami. Pierwsza - w związku z rozbudową urządzeń - zapewnianie dopływu odpowiednio wykształconych kadr do instalowania i konserwacji urządzeń. Druga postać - kierowanie i kontrola przemysłu telekomunikacyjnego podwajają

cego swój potencjał w ciągu każdego pięciolecia i zmuszonego stale do nadążania za dynamicznym rozwojem technologii.

Jeżeli jeszcze wziąć pod uwagę przewidywane w przyszłości możliwości zatrudnienia w skali krajowej, można ustalić taki współczynnik dynamiki wzrostu zatrudnienia w telekomunikacji, który odpowiadałby przyszłym potrzebom.

Wykres z rys. 1 ilustruje właśnie aktualny i przewidywany zakres zwiększania wykorzystywania zasobów siły roboczej pozostających pod zarządem Zarządu Pocztaowo-Telekomunikacyjnego.



Rys. 1. Udział Zarządu Pocztaowo-Telekomunikacyjnego w globalnym zasobie sił roboczych w Wielkiej Brytanii  
 × - procentowy wzrost liczby placówek telekomunikacyjnych w odniesieniu do lat 1961-1962  
 △ - procentowy wzrost liczby zatrudnionych w Wielkiej Brytanii w stosunku do lat 1961-1962  
 ● - procentowy wzrost liczby personelu technicznego niższego rzędu w stosunku do lat 1961-62  
 ○ - całkowita liczba placówek telefonicznych przypadająca na członka personelu technicznego niższego rzędu Zarządu Pocztaowo-Telekomunikacyjnego

Jak przewidują socjologowie, pod koniec obecnego pięciolecia (r. 1972) liczba ludności pracującej w Anglii będzie o 0,5% niższa niż obecnie. W związku z tym, jeżeli kraj chce mieć więcej dóbr konsumpcyjnych i zwiększyć zakres usług, sektory przemysłu i usług będą musiały oczywiście produkować przy mniejszym niż obecnie udziale ludności. Tak też powinno być i w telekomunikacji. Pomimo rosnącego stale zapotrzebowania na telefony i jeszcze większego na łącza dalekosiężne możliwe jest rozbudowywanie systemów telekomunikacyjnych przy bardzo małym powiększeniu liczebnym personelu technicznego i inżynierskiego. Wiązać się to musi ze zwiększaniem wydajności pracy i rozsądnym kierowaniem fachowców (których liczba jest ograniczona) zarówno do prac bieżących, jak i dotyczących technik przyszłościowych.

#### 1.4. Założenia gospodarki finansowej

Zapewnianie usług o jak najlepszej jakości po najniższych cenach oraz dążenie do uzyskania przynajmniej 8% dochodu w stosunku do majątku netto, to dwupostaciowy cel przedsięwzięć handlowych Zarządu Pocztowo-Telekomunikacyjnego. Czysty majątek Zarządu zbliża się obecnie do 1500 milionów funtów, a roczne wydatki do 300 milionów funtów. Najwięcej z tej sumy zużywa się na instalacje linii i central. Oznacza to prawie 20-letnią lokatę kapitału, gdyż z powodów praktycznych i ekonomicznych linie i centrale są przewidziane do eksploatacji w czasie od 2 do 20 lat, przy wprowadzaniu nieznacznych tyl-

ko zmian i poprawek. Fakty te wpływają na szczególną podatność do występowania odchyień od planów i przewidywań w gospodarce finansowej, w skali krajowej. To samo zjawisko występuje przy planowaniu zapotrzebowań również w skali poszczególnych central, a nawet w skali tras łączy ulicznych, w poszczególnych dzielnicach lub tras łączy międzycentralowych w sieciach miejscowych.

Każde zapotrzebowanie większe od zaplanowanego z uwzględnieniem rezerw urządzeń zapasowych musi oznaczać w takich warunkach opóźnianie we wprowadzaniu usług. Wzrost zapotrzebowania powiększa w konsekwencji lokatę kapitału, co zmusza kierownictwo do szukania rezerw nie tylko w ludziach, lecz i w pełnym wykorzystaniu techniki. W ten sposób znów objawia się zamknięty krąg powiązań między urządzeniami telekomunikacyjnymi a ludźmi, przy stymulowaniu tych powiązań potrzebami ekonomicznymi.

## 2. ZAGADNIENIA WPŁYWANIA NA WZROST WYDAJNOŚCI PRODUKCJI W TELEKOMUNIKACJI

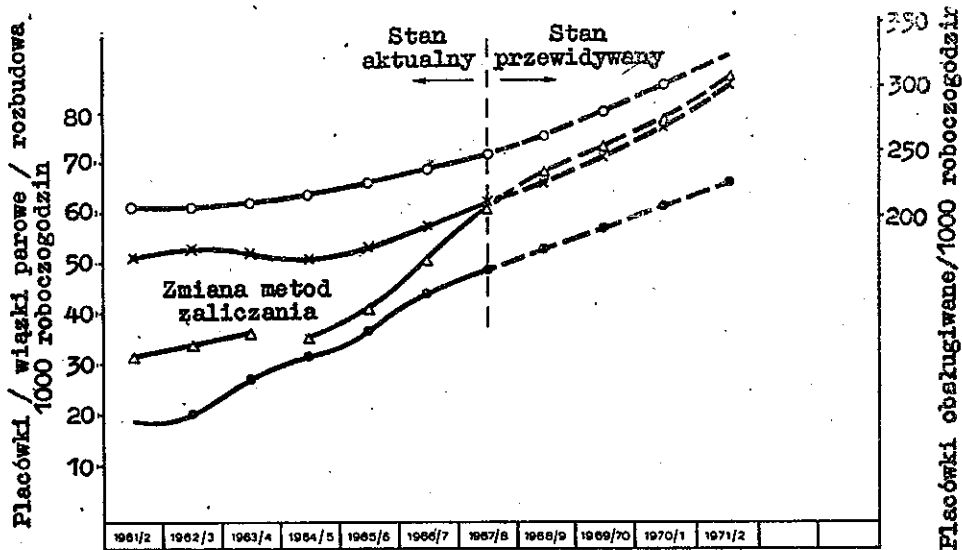
### 2.1. Omówienie wstępne

Jak w każdym przedsiębiorstwie handlowym, tak i w telekomunikacji sprawa wzrostu wydajności produkcji jest sprawą największej wagi. Osiąganie wzrostu wydajności produkcji można tu rozumieć jako wynik świadomego wpływania na powiązania zachodzące między techniką: obwodami i systemami, a ludźmi. Sprowadza się to do wy-

korzystania wszystkich możliwości technicznych urządzeń, a równocześnie do naukowego kierowania ludźmi, pozwalającego optymalizować sprawność organizacji metod kierowania ludźmi. Te dwa czynniki: wykorzystywanie możliwości technicznych i optymalizacja zarządzania muszą być nierozłączne. Aby pójść dalej w rozważaniach, należy ustalić kryteria i parametry oceny wspomnianych zjawisk. Zwiększoną wydajność produkcji uzyskać można przez zmianę jednego lub wszystkich trzech głównych składników: kapitału, materiałów i pracy w zespołach kierujących (zarządzających).

Zmiany te prowadzą do poprawy wartości stosunku zysków do nakładów. Tzw. jednostką zarządzaną w Anglii jest okręg telefoniczny określony geograficznie i obejmujący (obecnie) 100.000 do 500.000 placówek telefonicznych. Na obszarze Anglii znajduje się 58 takich okręgów, a ogół personelu technicznego zatrudnionego w tych okręgach wynosi około 100.000 ludzi. Około 40% personelu technicznego w każdym z największych okręgów zajmuje się naprawianiem i utrzymywaniem urządzeń, 20% instalowaniem telefonów i 40% konstruowaniem systemów przyszłościowych.

Do oceny wydajności stosuje się szereg wskaźników, z których cztery przykładowo pokazuje rys. 2, gdzie uwidocznione są osiągnięcia dotychczasowe i przewidywane. Między innymi widać na wykresie, że obecnie wprowadza się nowe usługi dla abonentów przy użyciu tylko połowy sił personelu technicznego i inżynierskiego w stosunku do stanu sprzed 4 lat.



Rys. 2. Wskaźniki wydajności produkcji Wielkiej Brytanii

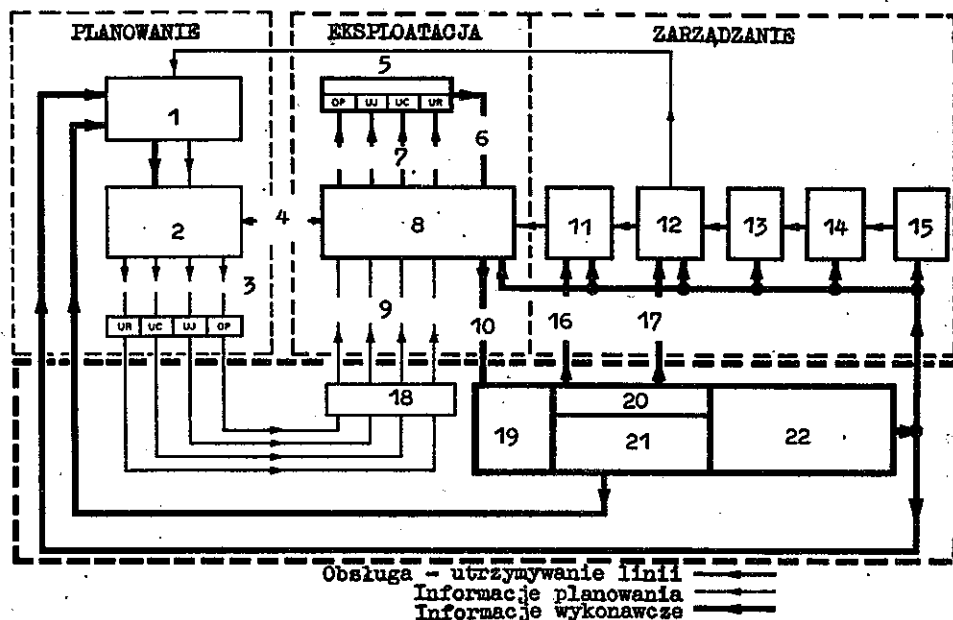
- - ogólna liczba placówek telefonicznych przez 1000 roboczogodzin prac eksploatacyjnych
- Δ - nowo zbudowane placówki telefoniczne na 1000 roboczogodzin pracy instalacyjnej
- - nowo oddane do sieci pary kablowe na 1000 roboczogodzin pracy w terenie
- X - wskaźnik zbiorczy, tj. ogólna liczba placówek na 1000 roboczogodzin prac wszystkich rodzajów

Postęp tego rodzaju nie jest wynikiem przypadku. Jest on rezultatem intensywnego i zespołowego wysiłku personelu eksploatacyjnego i technicznego, zastosowania rozsądnych metod technicznych i naukowych oraz korzystnego współdziałania kierownictwa i personelu. Środki, dzięki którym doszło do tego, są omówione w następnych rozdziałach.

## 2.2. Niektóre metody stosowane w celu zwiększenia wydajności produkcji

### 2.2.1. Pomiary wydajności pracy

Technika mierzenia wielkości związanych z pracą wiąże się najczęściej z powtarzalnymi operacjami fabrycznymi, gdzie odchylenia w warunkach pracy są niewielkie i istnieje możliwość ciągłej kontroli. Pomiary pracy mogą być jednak wykonywane z powodzeniem poza fabryką, gdzie istnieją znaczne odchylenia w warunkach pracy i gdzie trzeba poświęcać czas na dojazdy do danego obiektu, jak np.: w przypadku budowania urządzeń liniowych czy insta-



Rys. 3. Schemat organizacyjny obsługi prac

1 - kierownik planowania prac terenowych, 2 - personel planowania, 3 - instrukcje pracy, 4 - porozumienia w sprawach zmian planów, 5 - brygady robocze OP, UJ, UO, UR, 6 - sprawozdanie - roboczo-godzinny i stan wykonania planów, 7 - instrukcje pracy i nadzór produkcyjny, 8 - pierwsza linia nadzoru, 9 - instrukcja pracy dla służby nadzoru i brygad roboczych, 10 - sprawozdania tygodniowe, 11 - zastępca kierownika prac terenowych, 12 - kierownik prac terenowych, 13 - obszar dyspozycyjny, 14 - strefa dyspozycyjna, 15 - Główny Urząd Zarządu Pocztowo-Telekomunikacyjnego, 16 - sprawozdania o przekroczeniu 16% kosztów pracy, 17 - sprawozdania o przekroczeniu 25% kosztów pracy, 18 - zastrzeżenia magazynu podręcznego, 19 - analizy tygodniowe prac ukończonych, 20 - nadmierne koszty pracy, 21 - odchylenia od metod planowanych, 22 - łączne, miesięczne i roczne analizy wydajności pracy dla każdego rodzaju brygady roboczej i odchylenia od planów



lowania urządzeń u abonentów. Wyniki pomiarów parametrów pracy służą następnie do ustalania norm krajowych w pewnych rodzajach typowych prac, jak np. ustawianie słupów czy instalowanie dzwonków dodatkowych.

Normy ustala się za pomocą pobierania z zestawień wyników przypadkowych próbek. Wielkości tych próbek i ich zmienność pozwalają wybrać, w sposób przybliżony, parametry potrzebne do określenia normy dla danej pracy. Znajomość norm służy z kolei do określania współczynnika wydajności (lub miary wydajności) pracy, który uzyskuje się przez porównanie czasu rzeczywiście zużytego przy danej pracy z czasem normowanym.

Dzięki pomiarom wydajności i znajomości realnych wskaźników większości prac prostych możliwe jest planowanie i kierowanie wykonawstwem prac złożonych ze skończonej liczby lub serii tych prac prostych.

Końcowym efektem pomiarów pracy są schematy zarządzania (kierowniczego i nadzorczego) budowane dla różnych rodzajów prac. Rysunek 3 jest przykładem takiego schematu ustalonego dla tzw. prac terenowych, jak np. zabezpieczanie tras kabli podziemnych lub napowietrznych.

### 2.2.2. Statystyka

Są pewne rodzaje prac, jak np. ustawianie słupów, których czas wykonawstwa wahać się może w dużych granicach w zależności od warunków wykonawstwa pracy (np. miękka lub skalista ziemia, pobocze drogi trawiaste

lub bruk - przy ustawianiu słupów). Wyniki pomiarów takich prac zbliżone do rzeczywistości można uzyskać jedynie przy stosowaniu statystycznych metod pomiarów. Jeżeli ustala się pewien system pracy i stwierdza, że określony on jest 136 różnymi współczynnikami znormalizowanymi, to na pewno przyjęcie tego systemu będzie mniej logiczne, aniżeli przyjęcie systemu stosującego np. tylko 93 różne współczynniki.

Bardzo pozytywnym następstwem takiego przyjęcia będzie z pewnością ułatwienie nadzorowania takiego systemu. Przyjęcie statystycznych metod pomiarów pracy daje i tę korzyść, że pozwala kontrolować stan wykonawstwa mierzonej pracy na bieżąco, a nie dopiero po zakończeniu tej pracy.

### 2.2.3. Teoria "kolejek"

Poszukiwanie sposobów poprawiania wydajności pracy doprowadziło do szukania wszystkich możliwych rezerw czasowych. Całkowity czas potrzebny na wykonanie określonej pracy składa się z części przygotowawczej oraz części właściwej. W przypadku terenowych prac instalacyjnych (np. stawianie słupów, układanie kabli itp.) do czynności przygotowawczych należy pobieranie z magazynu zestawu narzędzi i materiałów potrzebnych do wykonania danej pracy. Magazyn jest zwykle placówką obsługującą jakiś większy teren, a więc jest miejscem, gdzie zbiera się wielu techników realizujących swoje zamówienia. Cały proces wydawania narzędzi można podzielić na trzy fa-

zy: złożenie zamówienia, wyszukanie zamówionych narzędzi i wydanie ich oraz zarejestrowanie na koncie pobierającego pobranych narzędzi, czyli przeprowadzenie rozliczenia przy okienku rozliczeń. Każda z tych faz wiąże się ze stratą czasu technika; najpierw w kolejce do okienka magazyniera, następnie przy okienku magazyniera i wreszcie przy okienku rozliczeń. Widać stąd, że okoliczności pobierania narzędzi z magazynu mają wiele cech wspólnych z okolicznościami towarzyszącymi połączeniom telefonicznym.

Praca magazyniera przypomina pracę przełączników. Czas poświęcony przez magazyniera na obsługę czekających w kolejce jest odpowiednikiem ruchu, a przeciętny czas spędzony przez czekających przy okienku rozliczeń traktować można jako czas trwania połączenia. Znajomość praw rządzących ruchem telefonicznym, dzięki powyższym analogiom – pozwoliła zastosować te prawa przy analizie wyników pomiarów tego rodzaju prac. Okazało się, że największe oszczędności czasu osiąga się nie wtedy, kiedy skróci się czasy obsługi przy okienkach magazyniera i rozliczeniowym, ale wtedy, kiedy wprowadzi się "samoobsługę", czyli samodzielne pobieranie potrzebnych materiałów przez techników. Dzięki temu eliminuje się czas tracony przez nich w kolejkach. Dotyczy to przede wszystkim narzędzi o niezbyt dużej wartości i często używanych. W tych przypadkach zrezygnować można nawet z wypisywania kart pobrania narzędzi.

Opisana metoda wpływania na zwiększenie wydajności pracy pokazuje, że można w pewnych okolicznościach za-

stosować prawa służące do optymalizacji pracy, urządzeń technicznych, przy optymalizacji sprawności i organizacji pracy ludzi.

### 2.3. Przykłady osiągnięć już uzyskanych w zakresie poprawiania wydajności pracy

#### 2.3.1. Obróbka złączy kabli

W roku 1963 przeprowadzono badania pracy ludzi zajmujących się obróbką złączy kabli. Pracowali oni dotychczas przez wiele lat wg zasady, że każdy monter złączy kablowych musi pracować w towarzystwie drugiego montera. W wyniku badań ustalono jednak, że monterzy powinni w zasadzie pracować w pojedynkę. Jedynie w przypadkach narzucanych przez względy bezpieczeństwa pracy powinni pracować we dwójkę, tak jak dawniej.

Przyjęcie nowej zasady organizacji tej pracy spowodowało potrzebę rozszerzenia zestawu narzędzi torby narzędziowej montera i umożliwiło zastosowanie lżejszego pojazdu pomocniczego. Po opracowaniu we wszystkich szczegółach tej metody pracy, zademonstrowano ją na pokazach w różnych częściach kraju. W wyniku tego, w roku 1965 związek zawodowy wyraził zgodę na wprowadzenie tej metody, jako objętej normą, przy zastrzeżeniu odstępstwa od zasady w przypadkach, gdy konieczne jest zapewnienie bezpieczeństwa pracy.

Jedną z konsekwencji wprowadzenia tej metody była potrzeba opracowania i produkowania nowych, lżejszych na-

miotów stawianych nad studzienkami i przyrządów do podnoszenia ciężkiej pokrywy studzienek kablowych, przystosowanych do użycia przez jednego człowieka. Nakłady na ten cel przeznaczone równoważone są jednak oszczędnościami uzyskanymi dzięki zatrudnieniu jednego, a nie dwóch ludzi. Badanie pracy monterów złączy kablowych przyniosło również dodatkowe efekty. Jeden z nich to rozbudowa i ulepszenie urządzenia służącego do sygnalizowania identyfikowanych par przewodów kabla - w kierunku od centrali do montera, przy czym monter w studzience kablowej i pracownik w centrali mogą pracować niezależnie od siebie. Kolejnym "produktem ubocznym" badania podstawowego pracy monterów złączy są opracowywane obecnie (październik 1967 r.) maszynki do złączy kablowych. Mogą one przynieść znaczne polepszenie wydajności pracy, szczególnie na złączach zawierających wiele sepek par przewodów. Opisywane badanie uwydatniło też celowość dalszych badań nad sposobami utrzymywania kabli podziemnych i nad ulepszaniem metod kontrolowania zabezpieczenia pracy przy kablach podziemnych. Oba te zagadnienia są obecnie w stadium opracowań.

### 2.3.2. Układanie kabli na długich trasach podziemnych

Usprawnienie tej pracy było też związane z rezygnacją z metody tradycyjnej. Polegała ona na przeciąganiu kabli w kanałach, w odcinkach nie dłuższych niż 80 jardów, ze względu na ciężar powłoki ołowianej. Od czasu, kiedy opracowano powłoki lżejsze (polythen'owe), stało

się możliwe opracowanie nowych metod przeciągania kabli w podziemnych kanałach kablowych. Nowe kable, w powłoce polythen'owej jako lżejsze i posiadające mniejszy współczynnik tarcia powłoki, mogą być przeciągane w odcinkach o długości aż do 1000 jardów. Aby wykorzystać zalety nowego kabla, opracowano nowe urządzenia do przeciągania instalowanych kabli, a cały zainteresowany personel - zarówno projektantów jak i monterów - przyuczono do stosowania tych metod. Przeprowadzono ponadto prace w szerszym zakresie, w wyniku których wprowadzono do eksploatacji udoskonalone wyposażenie do przeprowadzania przez kanał sznura lub giętkiego przewodu, które służą do przeciągania kabla oraz mechaniczne urządzenie pomocnicze do oczyszczania zatkanych kanałów, a także urządzenie pomocnicze do przeciągania kabli.

Jak wykazały doświadczenia, ulepszeniom technicznym muszą towarzyszyć ulepszenia organizacyjne - poprawa metod pracy. Zgodnie z tą zasadą oprócz wprowadzania udoskonaleń narzędzi pracy, doskonali się ciągle organizację pracy, przy czym szczególny nacisk kładzie się na redukcję wszystkich "jałowych" czasów pracy. Największy postęp spośród omawianych dziedzin pracy osiągnięty został przy instalacji kabli, gdzie wskaźnik wydajności wzrósł od 38 par zainstalowanych w sieci, przypadających na 1000 roboczogodzin w r. 1965, aż do 50 par na 1000 roboczogodzin w r. 1967, tak jak to pokazano na rys. 2..

Przykłady z omawianego zakresu prac wskazują, że istnieje ścisła współzależność między ludźmi i układami u-

urządzeń, których usprawnienie prowadzi do usprawnień organizacyjnych w pracy ludzi, tak aby urządzenia te mogły być w pełni wykorzystane.

### 2.3.3. Instalowanie telefonów

Również ta dziedzina pracy objęta została badaniami, zapoczątkowanymi w r. 1963 badaniem brygad instalujących linie napowietrzne. Badania te wykazały, że największe możliwości usprawnień tkwiły w czynnościach dotyczących prowadzenia przewodów napowietrznych od słupów rozdzielczych do miejsca zamieszkania abonenta. Opracowano przy tym uchwyty słupowe do przewodów izolowanych. Uchwyty te zastąpił używane dotychczas izolatory porcelanowe ze sworzniem.

Instalacja przewodów napowietrznych wymaga często wykonywania linii biegnących nad ulicami czy szosami. Jak wykazały pomiary czasów pracy, najlepsze efekty uzyskiwano tu przy stosowaniu metody pracy polegającej na współdziałaniu dwóch monterów - jednego, który kieruje ruchem pojazdów na jezdni i drugiego, który instaluje przewody.

Podobnie jest z instalacjami domowymi; podczas, gdy jeden z monterów wykonuje instalację domową, drugi równocześnie może wykonywać instalację na zewnątrz budynku. Dzięki temu zwiększa się wydajność pracy i wykonuje się do końca całą instalację telefonu podczas jednej tylko wizyty u abonenta.

Zmiany zasad instalacji były wprowadzone w r. 1964,

ale badania tej pracy trwały nadal. Pozwoliły one wypróbować w praktyce zasadę, że podstawowe prace instalacyjne, dotyczące linii telefonicznych niekrzyżujących się z drogami czy liniami elektrycznymi wysokiego napięcia, mogą być wykonywane przez jednego tylko monter. Po wykonaniu projektów wyposażenia instalatora, które składa się z odpowiedniego pojazdu, zestawu przyrządów i zapasu materiałów (łącznie z 30 aparatami telefonicznymi różnych typów i kolorów), w połowie roku 1966 oficjalnie wprowadzono do pracy "samodzielnego instalatora".

Ekipy dwuosobowe instalatorów uzupełniają pracę instalatorów samodzielnych i w ten sposób zespolonym wysiłkiem wykonuje się całą pracę u abonentów w mieszkaniach i urzędach.

Rezultaty tych innowacji przeszły najśmielsze oczekiwania, bowiem od czasu wprowadzenia zmian wydajność pracy w ciągu trzech lat wzrosła z 37 do 64 zainstalowanych telefonów przypadających na 1000 roboczogodzin. Oznacza to 42-procentowy wzrost wydajności ogólnej lub 12,5-procentowy wzrost wydajności rocznej, co odpowiada około 10.000 zaoszczędzonych roboczogodzin przypadających na jedną osobę personelu.

#### 2.3.4. Lokalizacja magazynów technicznych

Około 55.000 osób personelu technicznego Zarządu Poczty podróżuje codziennie ze swoich biur na miejsca pracy w terenie. Dlatego nowe, podręczne magazyny techniczne powinny być tak umiejscowione, aby koszty przejazdów



były minimalne. Niekiedy może to wynikać w sposób naturalny z konfiguracji dróg i gęstości telefonicznej danego terenu. Jednak tam, gdzie sytuacja jest złożona i wybór idealnego miejsca nie jest oczywisty, problem można zaprogramować i rozwiązać za pomocą komputera. Prosty program liniowy wystarcza do przeprowadzenia kalkulacji dla różnych kombinacji połączeń drogowych i pozwala określić takie miejsce, dla którego koszt 20-letniego podróżowania byłby najmniejszy z możliwych. Takie miejsce, o ile koszt ziemi pod budynek nie jest wygórowany, wybiera się jako miejsce pod budowę magazynu.

### 2.3.5. Utrzymywanie (eksploatacja) urządzeń

Przy założeniu, że stały rozwój technologii jest faktem, staje się możliwe projektowanie nowych serii sprzętu o bardzo obniżonych kosztach eksploatacji. Przykładem może tu być wyposażenie central telefonicznych

Okazuje się, że centrale każdej nowej serii (typu) wymagają po wprowadzeniu do eksploatacji - tylko połowy nakładu pracy przy obsłudze w stosunku do swoich starych poprzedniczek.

Ujmując to zjawisko liczbowo stwierdza się - przy stosowaniu wskaźnika: roboczogodziny przypadające na jedną linię na rok - że odpowiednie liczby tego wskaźnika dla systemu Strowgera, systemu crossbar i systemów elektronicznych wynoszą kolejno dwa, jeden oraz pół (2, 1, 1/2). Oczywiście tu są wyniki wzrostu wydajności pracy. W Anglii jednak istnieje stale problem obsługi

bardzo wielu starych central, które stanowią jeszcze podstawową część całego systemu telekomunikacyjnego. Aby zredukować koszty eksploatacji tych central, instaluje się w nich na zasadzie rozbudowy danego systemu - urządzenia wykonujące automatycznie czynności nadzorcze i badawcze w całej centrali i sygnalizujące w odpowiedni sposób wykryte uszkodzenia. Dzięki temu usunięcie uszkodzenia może nastąpić bezzwłocznie, albo jeżeli to jest dopuszczalne, ze zwłoką. Określane to jest każdorazowo na podstawie dokładnie opisanych automatycznie parametrów danego uszkodzenia. Takich urządzeń stosuje się coraz więcej - wzrosła znacznie ich produkcja, a nowe bardziej skomplikowane i bardziej doskonałe opracowuje się w biurach rozwojowych. Praktyka wykazała, że tam, gdzie zastosowano już takie urządzenia pomocnicze, odciążające personel central w badaniach probierczych, wydajność pracy wzrosła o 5%. W całej dziedzinie obsługi central uzyskano od 1959 roku 40-procentowy wzrost wydajności pracy.

#### 2.4. Perspektywa wzrostu wydajności pracy w przyszłości

W warunkach istnienia takich czynników, jak: operatywność kierownictwa, zatrudnianie ludzi zdolnych do krytycznego sprawdzania zwyczajnych, codziennych czynności, zapewnienie ludziom dostępu do techniki w szeroko pojętym zakresie (łącznie z najnowszymi rozwiązaniami narzędzi i sprzętu) - możliwe jest wypracowywanie

dodatkowych wartości w wysokości 0,1 mln funtów rocznie na jednego pracownika.

Można by sądzić, że przy takim tempie wzrostu nakładów zyski mogą rosnać w tempie wolniejszym. Jednak do tego nie dojdzie, gdyż stosuje się równocześnie nowe zasady zarządzania i kontroli (w odniesieniu do siły wykonawczej), zarządzania i nadzoru - z zastosowaniem komputerów. Będzie to nie pierwsze wykorzystywanie komputerów, które dotychczas stosuje się do opracowywania list płac, kontroli zaopatrzenia magazynów, a także pomocniczo przy pracach badawczych, projektowaniu i eksploatacji.

Poza wymienionymi, oczekuje się, że ogromne korzyści przyniosła "komputeryzacja" usług takich, jak np. gromadzenie i przechowywanie zapisów informacji - wykonywane jako usługa dla zakładów przemysłowych w skali krajowej - gdzie nawet 1% wzrostu wydajności może przynieść 10 mln oszczędności w skali rocznej.

Przytoczone i inne podobne czynniki dają podstawę do wierzenia w dalsze zwiększanie wydajności pracy w telekomunikacji. Zastosowane metody osiągnięcia lepszej wydajności są opierane - jak to można zauważyć na przytoczonych przykładach - na uwzględnianiu wzajemnego wpływu i związków istniejących między ludźmi, urządzeniami i systemami zarządzania.

### 3. DOPASOWANIE TELEKOMUNIKACJI DO POTRZEB LUDZI

#### 3.1. Wstęp

Celem zasadniczym działalności telekomunikacji - dziedziny będącej usługą społeczną - jest dopasowanie tej dziedziny do potrzeb ludzi, ludzi odbiorców-abonentów i ludzi użytkowników-eksploatatorów utrzymujących w sprawności urządzenia.

Dla potrzeb wymienionych grup ludzi pracują ludzie - projektanci, inżynierowi i technicy. Od ich wynalazczości i wiedzy zależy wzrost wydajności jako konsekwencja lepszego dopasowania urządzeń do potrzeb ludzi. Fantazja i pomysłowość projektantów i wynalazców podlega jednak ograniczeniom, z jednej strony narzuconym przez abonentów, a z drugiej przez personel utrzymujący sprzęt. Nie celowe jest opracowywanie urządzeń o wybitnych walorach, ale dających usługi niepopularne wśród abonentów, podobnie jak nawet wysoko wydajna usługa nie spełni swego celu, jeżeli personel za nią odpowiedzialny nie będzie chętnie uczestniczył w stopniowym rozszerzaniu jej możliwości, w procesie zwiększania wydajności.

Te aspekty zmuszają stale do szukania rozwiązań spełniających oczekiwania wszystkich stykających się z nimi ludzi.

#### 3.2. Dopasowanie systemów do personelu obsługi

Wzrost wydajności pracy można rozpatrywać też w aspekcie przyzwyczajen i właściwości natury ludzkiej. Uwzględ-

nianie tych czynników jest niezbędne przy wprowadzaniu jakichkolwiek zmian i innowacji. O ile z punktu widzenia interesów narodowych oczywiste jest uznawanie przez ludzi zalet wyższej wydajności, o tyle z indywidualnego punktu widzenia zmiany w tradycyjnych metodach pracy i usługach mogą być nie pożądane. Muszą więc być wprowadzane jako zmiany nie do uniknięcia, ale równocześnie nie mogą przynosić żadnych strat.

Przed wprowadzeniem każdej innowacji należy ocenić jej wartość usługową w przyszłości, a także możliwości szkolenia i zatrudnienia personelu technicznego zainteresowanego daną zmianą.

Następstwem wprowadzenia usprawnienia czy zwiększenia wydajności pracy jest zwykle ograniczenie liczby personelu. W takim przypadku konieczne staje się przekwalifikowanie części personelu i zatrudnienie w innym miejscu. Takie możliwości są wcześniej omawiane z przedstawicielami personelu, których propozycje przyjmuje się i uwzględnia. Sprawy zmiany stanowisk pracy nie są jednak najważniejsze. Najtrudniejszym zadaniem przy wprowadzaniu nowych form pracy jest przezwyciężenie tradycyjnych przyzwyczajeń u kilkuset, a nawet czasem kilku tysięcy ludzi. Zdarza się, że wprowadzane zmiany są przyjmowane negatywnie. Wobec tego stosuje się zabiegi pomocnicze oparte na znajomości psychiki ludzkiej.

Na przykład, jeżeli jakaś zmiana może być wprowadzana równocześnie w połączeniu z innymi dodatkowymi przejawami tej zmiany, daje ona wtedy gwarancję złagodzenia

ogólnego nastawienia ludzi. Tak też było w kilku przypadkach - kiedy wprowadzano zmiany w wykonawstwie technicznym i w sposobach pracy, wtedy w tym samym czasie rozmyślnie wprowadzono zmiany pojazdów, ubiorów ochronnych, wykonawstwa przepisów bezpieczeństwa, jak również zmiany w biuletynach instrukcyjnych i broszurach.

### 3.3. Dopasowanie systemów do odbiorcy usługi

Idealizując rzeczywistość, można powiedzieć, że służba telekomunikacyjna wtedy byłaby dopasowana do odbiorców usług - abonentów, gdyby spełniała szereg warunków, wśród których najważniejszymi są: natychmiastowa realizacja zamówienia, czyli instalowanie aparatu telefonicznego wtedy, kiedy tego żąda abonent, poprawne, bezawaryjne działanie zainstalowanego aparatu (konieczne przy tym sprawne działanie centrali) oraz szybka naprawa w przypadku awarii aparatu (przy założeniu, że centrala pracuje sprawnie).

Można więc stwierdzić, że służba telekomunikacyjna byłaby przy spełnieniu powyższych warunków dopasowana do odbiorców pod względem zaopatrzenia, poprawności rozwiązania technicznego i pod względem sprawnego naprawiania urządzeń. Ściśle związany z wymienionymi jest jeszcze czwarty wzgląd - koszt, ale ze względu na przedmiot artykułu zostanie on pominięty.

#### 3.3.1. Telefony "na zamówienie"

Od czasów drugiej wojny światowej możliwości świadczenia usług telefonicznych w Anglii są ograniczone z

powodu braku urządzeń liniowych i wyposażenia central. Dokonuje się jednak ogromnych wysiłków, aby opanować te trudności przez zwiększanie możliwości produkcyjnych, przy jednoczesnej redukcji czasu przeznaczonego na instalowanie rozbudowywanych obiektów. Pomimo występowania wspomnianych niedociągnięć, zdecydowano w roku 1964, że będzie się przyspieszać realizację tych wszystkich usług, które nie są w jakikolwiek sposób ograniczane.

Wśród różnorodnych zamówień abonentów na usługi są i takie, które powinny być załatwiane w ciągu dwóch tygodni od zgłoszenia zamówienia. Ponieważ było wiele zaległości w wykonywaniu tych usług, założono, żeby przynajmniej 50% z nich realizować w terminie. Założenie to zostało spełnione począwszy od listopada 1966 r. (w okręgach największych), a wydajność prac instalacyjnych w tym okresie wzrosła o 34%.

Pomimo tego wzrostu nie można było jeszcze powiedzieć abonentom, że technicy i inżynierowie będą mogli realizować zamówienia na usługi tak szybko i w takim wymiarze, jak abonenci tego sobie życzą.

W celu jak największego zbliżenia się do stanu, kiedy telefony będą instalowane wprost "na zamówienie" stworzono małe zespoły badawcze specjalistów badania pracy, wspomaganych przez pracowników odpowiedzialnych za sprawy zbytu. Podstawowym przedmiotem ich badań był fakt, że zamówienia na usługi typu telefonicznego w różnych miejscowościach podlegają fluktuacjom wywołanym częściowo przez warunki ekonomiczne, częściowo przez wpływ pór roku (zamówienia większe w jesieni i zimie niż

w lecie), a także przez przyzwyczajenia lokalne oraz inne zupełnie przypadkowe czynniki. Aby utrzymać wysoki poziom wydajności pracy przy tych fluktuacjach w zapotrzebowaniu, opracowano taką organizację wykonawstwa, przy której liczba zatrudnionych techników jest dostosowana do spodziewanego stopnia napływu zamówień, przy czym dla utrzymywania stale wysokiego poziomu wydajności pracy stworzona jest rezerwa z pracowników zajmujących się innymi, mniej pilnymi pracami.

Doświadczenie sugeruje, że przyjęta metoda będzie praktyczna i ekonomiczna przy wprowadzaniu usług "na zamówienie", czyli z realizacją natychmiastową, szczególnie w dużych ośrodkach miejskich.

### 3.3.2. Opracowywanie nowych urządzeń i "czynniki ludzkie"

Telefony, końcowe urządzenia transmisji danych, aparaty telegraficzne i inne domowe i biurowe urządzenia stają się czymś więcej aniżeli takim czy innym układem elektrycznym. Ich progresywny rozwój warunkuje również ich wygląd zewnętrzny i funkcjonalność oraz stosunek wzajemny między tymi czynnikami. Wiele dotychczasowych urządzeń opracowywano pomijając te aspekty. Było to być może wynikiem świadomości, że zasady funkcjonalności i stylu są jednak subiektywne i przemijające. Bardziej stałego i obiektywnego charakteru można się doszukać w wykorzystaniu nauki o tzw. "czynnikach ludzkich" (human factors) w telekomunikacji. Jest to nauka o charak-



terze ogólnym, zawierająca w sobie zarówno ergonomikę i psychometrię, jak i naukę podstaw komunikacji. Jest ona związana ze wzajemnym oddziaływaniem istot ludzkich i środowiska przy pracach o charakterze manipulacyjnym w telekomunikacji. Służby telefoniczne i w zasadzie wiele innych służb są obiektami badawczymi tej dziedziny wiedzy.

Uwzględnianie "czynników ludzkich" przy projektowaniu w jak najwcześniejszym stadium tego projektowania daje gwarancję, że służby telekomunikacyjne mogą być w jak największym stopniu przydatne społeczeństwu. Również w zakresie obsługi i utrzymywania urządzeń sprawa "czynników ludzkich" jest pierwszoplanowa.

Wpływ wywierany przez człowieka na wygląd i funkcjonalność urządzeń uwidacznia się szczególnie w konstrukcjach takiego sprzętu, jak stanowiska obsługi (np. telefonistek), telefony, radioodbiorniki i telewizory. Szczególnie w tych rodzajach sprzętu wykorzystuje się zagadnienia z ergonomiki.

Jednym z przykładów trudnych problemów rozwiązywanych przy projektowaniu rozmównicy telefonicznej jest umieszczenie aparatu z tarczą wybierczą w takim miejscu, aby mogło z niej korzystać (np. przy wywołaniach alarmowych - "999") dziecko oraz wysoki, ubrany w niewygodny gruby płaszcz mężczyzna, który w dodatku zostawił w domu swoje okulary.

### 3.3.3. Usługi napraw awarii

Systemy działające bezawaryjnie byłyby nieekonomiczne i prawdopodobnie niewykonalne technicznie, ale naprawianie uszkodzeń jest też problemem trudnym do rozwiązania - zarówno w organizacji, jak i w kierowaniu. Temu stwierdzeniu przeczą jedynie przypadki napraw dużych awarii, gdyż przyjęło się w tradycji telekomunikacji, że pozornie niemożliwych rzeczy dokonuje się w niewiarygodnie krótkim czasie. W zapiskach z ostatniego roku można znaleźć dla przykładu fakt następujący - główne trasy podziemne współosiowe po przerwaniu kabla przez spychacz były oddawane do użytku w czasie poniżej godziny. Linie alarmowe do lekarzy czy szpitali są naprawiane często w ciągu minut. Są to jednak przypadki wyjątkowe i osiągnięcie wysokiej przeciętnej sprawności usług naprawczych jest pomimo tego problemem trudnym i złożonym. Zastosowano dlatego do jego rozwiązania symulowanie za pomocą maszyny matematycznej. Ze względu na przypadkowość pojawiania się uszkodzeń i długości czasów trwania napraw proces usług awaryjnych daje się opisać metodą Monte Carlo, odpowiednio przystosowaną.

Na podstawie wyników uzyskanych z procesów symulacyjnych ustala się zestawy przepisów dla konserwatorów (np. godziny dyżurów, warunki pracy w godzinach nadliczbowych, częstość wzywania technika do pracy podczas dyżuru, powtarzanie się uszkodzeń podczas dyżuru itp.).

Rezultat końcowy czasu konserwacji oblicza się z przeciętnych czasów od zgłoszenia do usunięcia uszkodzenia i

procentu uszkodzeń, które oczekują z poprzedniego dnia.

Logicznym zakresem pracy wybranym z charakterystyki opisywanego zjawiska (obsługa awarii) jest szerokie optimum; po jednej stronie tego optimum usługi maleją szybko przy małym przyroście sprawności, podczas gdy w drugim kierunku jest mały zysk w poprawie usług przy niższej sprawności. Powyższe analizy stanowią podstawę do przydziałów stanowisk pracy i ustalania sposobów pracy; są również dyskutowane z przedstawicielami personelu.

#### 4. POPRAWA JAKOŚCI SYSTEMÓW

##### 4.1. Wstęp

System telekomunikacyjny lepszy oznacza to samo, co system o większej pojemności. Jest tak dlatego, że czas ekonomicznego "życia" obiektów telekomunikacyjnych wynosi 20-40 lat i o ile są to obiekty wystarczające funkcjonalnie, to ich techniczne "starzenie się" nie może usprawiedliwiać kosztów przedwczesnego zastępowania tych obiektów innymi.

Obecny okres wielkiego i szybkiego rozwoju tej dziedziny jest w dużym stopniu ograniczony właśnie ogólnym modelem usług, które mają egzystować do końca XX wieku. Tablica 1 przedstawia aktualne przewidywania rozwoju w przyszłych latach. Liczby podane w tej tablicy służą jako podstawowe wskaźniki przy inwestowaniu na rzecz nowych systemów. Można wyszczególnić 5 kryteriów, jakim

T a b l i c a 1

Przewidywane wielkości sieci telekomunikacyjnych w przyszłości

	1967	1975	1980	2000
Przyłącza central - linie telefoniczne: urzędowe	$2.3 \times 10^6$	$3 \times 10^6$	$4 \times 10^6$	} $26 \times 10^6$
mieszkaniowe	$4.5 \times 10^6$	$10 \times 10^6$	$13 \times 10^6$	
Liczba łączy dalekosiężnych	58000	200000	320000	$1.5 \times 10^6$
Pojemność łączy dalekosiężnych w milach razy MHz	19000	68000	110000	600000
Liczba miejscowych łączy międzycentra- lowych	566000	$1.2 \times 10^6$	$1.8 \times 10^6$	$5.6 \times 10^6$
Pojemność miejscowych łączy międzycen- tralowych - mila razy MHz	16000	35000	52000	180000
Liczba połączeń lokalnych w roku, razy $10^6$	6450	13000	19000	40000
Liczba połączeń międzymiastowych, razy $10^6$	930	2300	3600	15000
Liczba połączeń dalekosiężnych, konty- nentalnych, razy $10^6$	9	32	60	430

powinny odpowiadać wprowadzane do eksploatacji urządzenia telekomunikacyjne:

- a) współpraca z urządzeniami istniejącymi,
- b) spełnienie warunku najwyższej wydajności,
- c) konkurencyjność w zakresie ekonomiki w stosunku do systemów istniejących,
- d) zdolność do kontynuowania współpracy z kolejnymi wydaniami tych nowych urządzeń,
- e) zachowanie w ciągu ekonomicznego czasu "życia" watorów wysokiej wydajności i aktualności udogodnień.

Wymagania te nie są łatwe do spełnienia, zwłaszcza jeżeli zmianę technologii porównać z "życiem" urządzenia. Zmiany technologii mogą być częste, natomiast czas "życia" sprzętu długi. Pomiędzy wymaganiami: a), c) i d) dają się zauważyć wzajemne przeciwności. Można je jednak zredukować względnie łatwo przez narzucenie sztywnej standaryzacji w systemie. Ale standaryzacja może z kolei przeszkodzić w realizacji wymagania e), którego realizację należałoby przenieść na termin późniejszy.

Kluczem do rozwiązania tego dylematu jest elastyczność urządzeń i systemów, tzn. podatność na zmienianie ich przeznaczenia i funkcji, w czasie "życia" przy minimalnej modyfikacji. Dobry system można więc zdefiniować jako taki, który posiada uniwersalność i łatwość modyfikacji, czyli cechy, które mogą umożliwić jego udoskonalenie. Cechy te nie wykluczają niestety możliwości starzenia się systemów, które występuje szczególnie jaskra-

wo na tle często zmieniającej się technologii, od której przecież zależy telekomunikacja. Zmieniająca się technologia nie daje się pogodzić ze stabilizacją długich serii produkcyjnych. Stabilizacja taka umożliwia pełne zrozumienie procesów produkcyjnych, przy czym osiągnąć można taką jakość kontroli i taką redukcję kosztów, które pozwalają pracować w tempie równomiernym, co prowadzi do otrzymywania produktów najlepszych po najniższej cenie.

Poprawa jakości pracy systemów jest więc jak widać z tego przeglądu - tyjących się jej zagadnień - procesem złożonym, gdzie zjawiska techniczne zazębiają się w wielu miejscach z "czynnikami ludzkimi".

#### 4.2. Uniwersalny system cyfrowy

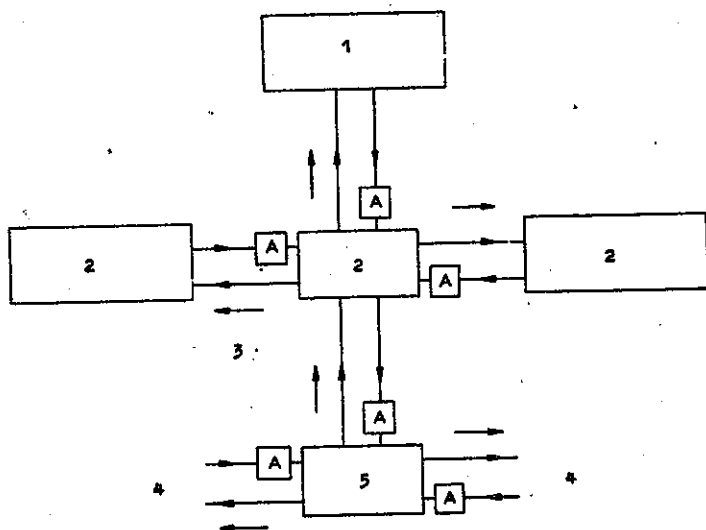
Można przypuszczać z pewnym ryzykiem, że system telekomunikacyjny, dobrej jakości powinien być oparty na jakiejś sieci uniwersalnej. Możliwość stworzenia i wykorzystywania w przyszłości takiej uniwersalnej sieci cyfrowej zajmuje umysły pracowników badawczych branży telekomunikacyjnej zarówno w Anglii, jak i na całym świecie.

Zakłada się w takim systemie jednolite przedstawienie wszystkich rodzajów informacji (np. mowa, telegrafia, transmisja danych) w postaci cyfrowej, czyli ujednolicenie elementarnego nośnika informacji, a dopiero po takim przystosowaniu przeprowadzanie właściwych zabiegów transmisyjnych i komutacyjnych. Dzięki temu zminimalizo-

wać można takie problemy, jak przechodzenie z częstotliwości na częstotliwość i współpraca na styku dwóch różnych systemów. Są to jednak - trzeba stanowczo podkreślić - możliwości przyszłościowe.

Obecne stosowanie metod transmisji cyfrowych jest całkowicie ograniczone do zakresu krótkich odległości, gdzie systemy modulacji kodowo-impulsowej (PCM) wprowadza się do obsługi łączy telefonicznych międzycentralowymi, o długości rzędu 10 mil, w tempie przeszło 1/4 miliona mil łączy na rok.

Do łączy PCM dopasowane są eksperymentalne, tandemowe centrale systemu z podziałem czasowym, z których jedną zainstalowano w roku 1968 (rys. 4). Wydaje się też, że otwarta jest droga do rozwoju sieci gwiaździstych



Rys. 4. Centrale tandemowe systemu PCM: możliwości budowy sieci gwiaździstej  
A - wyrównawcze urządzenie opóźniające sterowane serwowymechanizmem, 1 - nazwa miejscowości /Acorn/, centrala miejscowa, 2 - nazwy miejscowości PCM, 3 - sterowanie synchronizowane, 4 - inne centrale tandemowe, 5 - centrala tandemowa PCM

PCM, stosowanych w wielu miastach i okręgach miejskich i pozwalających uniknąć trudnych problemów synchronizacji.

Wizja ogólnokrajowej sieci cyfrowej jest jednak odległa. Najbliższe zadania - to opracowanie łączy cyfrowych dalekiego zasięgu i dużej pojemności oraz urządzeń wielokrotnych (multiplekserów), tak aby można było stosować je do łączenia głównych centrów cyfrowych. Wcześniej jeszcze powinny być rozwiązane problemy synchronizacji sieci cyfrowej i problemy węzłów komutacyjnych cyfrowych - central cyfrowych. Zakłada się, że przyszłościowa sieć telekomunikacyjna będzie - jak już powiedziano - stosowana do przenoszenia różnych typów sygnałów, m.in. sygnałów telefonii. Z tego też względu należy pamiętać o tym, że dzisiejsze opracowania metod komutowania i transmisji w systemach PCM mogą nie być dostatecznie dostosowane do możliwości takiej uniwersalnej sieci. Wiadac już dziś z analiz badawczych, że komutowanie i transmisja w systemach PCM mogą mieć bardzo duże zastosowanie w sieciach telefonicznych międzymiastowych, a także w łączności satelitarnej. Ze względu na specyfikę tych dziedzin może zaistnieć konieczność szukania specjalnie "wyoptymalizowanych" technicznie rozwiązań, aby doprowadzić do współpracy wielu kanałów informacyjnych. Oprócz uniwersalnej sieci cyfrowej, będą chyba istniały w przyszłości sieci specjalnego przeznaczenia, które w jakiś sposób będą się nakładać na tę sieć łączącą główne centra cyfrowe. Rozwiązania uniwersalnej sieci cyfrowej muszą zapewnić abonentom możliwość realizacji szeregu u-



sług komunikacyjnych, przy spełnieniu warunków prostoty użytkowania oraz niezbyt wygórowanych opłat. Posiadanie rozwiązań poruszonych problemów będzie się musiało zbiegać czasowo z okresem zastępowania obecnej sieci telefonicznej nową. Nastąpić to może dopiero wtedy, kiedy możliwości eksploatacyjne aktualnej sieci sięgną krańca możliwości praktycznych. Wynika to stąd, że istniejąca telefoniczna sieć kablowa zawiera w przybliżeniu  $10^7$  mil kabla (z wiązkami parowymi), co stanowi inwestycje rzędu 400 milionów funtów. Aby więc wprowadzenie nowej sieci okazało się korzystne ekonomicznie, musi upłynąć jeszcze sporo czasu. Wprowadzane nowe rodzaje służb i udogodnień muszą się zatem opierać na sieci istniejącej.

#### 4.3. Eliminowanie zakłóceń

W konwencjonalnych systemach transmisyjnych typu f.d.m. (zwielokrotnienie z podziałem częstotliwościowym) zakłócenia w postaci szumu gaussowskiego, którego średnia moc jest proporcjonalna do długości obwodu, można traktować jako parametry dające się ująć liczbowo. W obrębie niewielkiego kraju, takiego jak Wielka Brytania, te zakłócenia nie odgrywają zbyt dużej roli.

Połączenia telefoniczne dalekosiężne - szczególnie rozmowy międzykontynentalne - w sposób nieunikniony ulegają nieprzerwanym zakłóceniom o znacznym poziomie, ale dzięki zabezpieczeniom narzuconym przez surowe zalecenia międzynarodowe, tylko mała część tych połączeń zostaje tracona z powodu przeróżnych anomalii. Tak więc i ten

rodzaj zakłóceń nie jest zbyt groźny.

Są jednak zakłócenia, które nie dają się ująć projektantowi w sposób liczbowy. Szumy generowane w obrębie central mogą pochodzić z wielu źródeł. Źródłem zakłóceń typu impulsowego w centralach, w których stosuje się wybieraki podnosząco-obrotowe, są wibracje mechaniczne. Powstają one w sąsiadujących z obwodami elektrycznymi urządzeniach mechanicznych, drgających skokowo. Drgania te trafiają następnie ze szczotki na pole stykowe wybieraka i przez gniazdka nożowe do zespołów sprężyn przekazników.

Tego rodzaju zakłócenia prawie wcale nie istnieją w centralach, gdzie stosuje się zestyki hermetyczne lub wybieraki krzyżowe. Dzięki wrodzonemu "spokojowi" systemów stosujących zestyki hermetyczne unika się ostrego reżimu konstrukcyjnego przy ich projektowaniu.

Problem powstawania zakłóceń na złączach wtykowych istnieje również w nowoczesnej aparaturze elektronicznej. Złącza wtykowe służą tam do łączenia płaskich form konstrukcyjnych (obwody drukowane) stanowiących małe ugrupowania funkcjonalne w większe ugrupowania za pośrednictwem gniazd wtykowych na ramie stojaka. Ponieważ styki złączowe służą do przenoszenia małych mocy, dzięki temu małe powierzchnie tych styków można pokrywać materiałami szlachetnymi (np. złoto); w ten sposób poprawia się ich niezawodność i unika szumów. (Można mieć nadzieję, że obwody scalone pozwolą ominąć i te problemy).

#### 4.4. Zwiększanie szybkości pracy systemów

Proces zestawiania połączenia telefonicznego w dowolnym systemie automatycznym wymaga wzajemnie dopełniających się działań człowieka i maszyny. Tak właśnie jest w tradycyjnym systemie, w którym człowiek przekazuje swoje instrukcje maszynie (centrali), wybierając numer telefoniczny tarczą wybierczą. System ten jest wysoce niezawodny i tani, ale nudny i powolny, gdyż trzeba wybierać wiele cyfr, przy czym tarcza zmusza człowieka do przystosowania się do jej szybkości pracy. Szybszym systemem przekazywania instrukcji wybierczych jest wybieranie klawiaturą numerową. Szybkość wybierania nie jest tu narzucona i zależy praktycznie tylko od indywidualnych możliwości człowieka. Jednak aparat z klawiaturą wymaga stosowania bardziej skomplikowanych urządzeń w centrali, przez co system staje się bardziej kosztowny. Zagadnienie wydajności wybierania numerów telefonicznych (względnej wydajności wybierania) jest jeszcze tematem badań na całym świecie. Dlatego bardzo ważną sprawą jest ekonomiczna ocena urządzeń abonenckich, służących do nadawania informacji wybierczych - ocena w stosunku do całego systemu (centrali). Oczywiście jest, że jeżeli informacja niezbędna do zestawienia połączenia może być uzyskana od abonenta szybciej i dokładniej, to fakt ten oznacza, że czas zajmowania przez dane połączenie urządzeń wspólnych centrali zostaje zmniejszony. W ten sam sposób zmniejszone zostaje również obciążenie ruchem spowodowanym nadaniem złych lub nieistniejących

numerów albo rezygnacją z połączenia jeszcze w trakcie jego zestawiania. Szybkie zestawianie połączenia w sieciach bezrejestrowych nie nastręcza trudności, gdyż wybieraki biegowe (systemu "krok po kroku") ustawiają się w takt sygnałów wybierczych z nieznacznym opóźnieniem, a szybkość wybierania ogranicza jedynie tarcza telefonu. Jednakże aktualne osiągnięcia w postaci aparatów z klawiaturą i rejestrów oraz możliwości zestawiania bardzo długich łańcuchów połączeń z komutacją i sygnalizacją wielołączową mogą spowodować wprowadzenie do systemów takich opóźnień, które nie byłyby możliwe do przyjęcia przez abonentów. W związku z tym w obecnych sieciach państwowych dąży się do zwiększenia liczby łącz dalekosiężnych bezpośrednich i ogranicza się liczbę ogniw, jakie mogą istnieć w pośrednich stopniach łączeniowych połączeń dalekosiężnych. Bada się też zasady szybkiej sygnalizacji i komutacji wszystkich połączeń. Ponadto - też w celu zwiększenia szybkości pracy systemów - wprowadza się specjalną "sieć tranzytową", która będzie sterowana przez szybką sygnalizację między rejestrami.

Taka sieć będzie obsługiwać w zasadzie wszystkie połączenia dalekosiężne, które nie mogą być załatwiane automatycznie, gdyż wymagają więcej niż jednego pośredniego ogniw łączeniowego.

Dwadzieścia cztery centra takiej sieci tranzytowej będą wprowadzone do eksploatacji do roku 1970. Będą nimi czteroprzewodowe centrale systemu krzyżowego. W ta-

T a b l i c a 2

## Czasy zestawiania typowych połączeń

Typ połączenia i warunków jego realizacji	Czas wywołania [sek]	Czas oczekiwania na sygnał dzwonienia [sek]	Całkowity czas zestawiania połączenia [sek]
1	2	3	4
1. Obszar systemu bezrejestrowego; wywołanie połączenia lokalnego numerem 6-cyfrowym			
Sieć systemu Strowgera - aparat telefoniczny z tarczą	9	1	10
Sieć systemu Strowgera - aparat telefoniczny z klawiaturą	2	7	9
Sieć telefoniczna przyszłości - z szybkim impulsowaniem i aparatem z klawiaturą	2	2	4
2. Obszar systemu "Director"; wywołanie połączenia lokalnego numerem 7-cyfrowym			
Sieć systemu Strowgera - aparat telefoniczny z tarczą	11	3	14

1	2	3	4
Sieć systemu Strowgera - aparat telefoniczny z klawiaturą	2	8	10
Sieć telefoniczna przyszłości - z szybkim impulsowaniem i aparatem z klawiaturą	2	2	4
3. Centrala systemu "Director"; wywołanie do innej centrali typu "Director" w systemie STD, tzn. wybieranie połączeń dalekiego zasięgu bezpośrednio przez abonenta; przez pojedynczą drogę przesyłową			
Sieci systemu Strowgera - aparat telefoniczny z tarczą	14	9	23
Sieci lokalne systemu Strowgera - łączy dalekosiężne z impulsowaniem wieloczęstotliwościowym - telefon z tarczą	14	5	19
Sieć elektroniczna przyszłości z szybkim impulsowaniem w zasięgu lokalnym i dalekim - aparat z klawiaturą	3	2	5
4. Centrala systemu innego niż "Director" -			

c.d. tabl. 2.

1	2	3	4
wywołanie systemu STD /wybieranie po łączach dalekiego zasięgu przez abonenta/ do innej centrali systemu innego niż "Director" przez pęć ogniw w łańcuchu połączeniowym			
Sieci systemu Strowgera - aparat telefoniczny z tarczą	Obecnie łączenie ręczne		
Lokalne sieci Strowgera - łączy daleko- siężne z impulsowa- niem wieloczęstotli- wościowym - telefon z tarczą	14	10	24
Sieć elektroniczna przyszłości z szybkim impulsowaniem w za- sięgu lokalnym i da- lekim - aparat z kla- wiaturą	3	12	15

blicy 2 dokonano porównania czasu potrzebnego do zesta-  
wiania połączeń, przy zastosowaniu różnych technik, łącze-  
nie z tymi, które są obecnie opracowywane.

Ogólny efekt tych wszystkich procesów oszczędzania  
czasu jest bardzo znaczny pod warunkiem, że nie pozosta-  
ją one w jakiejś sprzeczności z innymi procesami.

Szczególnie wyraźnie zauważyć można oszczędności na  
wyposażeniach wspólnych w przypadku stosowania szybkiej

sygnalizacji międzyrejestrów, aparatów z klawiaturą i oczywiście w przypadku wprowadzenia central elektronicznych. Oszczędności te mogą teoretycznie dojść do 10 milionów funtów w 2000 roku. Trzeba podkreślić, że oszczędności takie można w praktyce uzyskiwać tylko stopniowo (skokowo).

#### 4.5. Systemy autonomiczne z autodiagnostyką uszkodzeń - samonaprawialne - systemami przyszłości

Wzrost rozmiarów i złożoności sieci telekomunikacyjnych wymaga wprowadzania automatyzacji obsługi (eksploatacji). Wprowadzenie to odbywa się progresywnie i systematycznie, a przejawia się w stopniowej minimalizacji potrzeby interwencji ludzkiej w procesy działania urządzeń automatycznych, w warunkach ich pracy.

Systemy automatyczne powinny być zdolne do wykrywania błędów i uszkodzeń oraz do przechodzenia na alternatywne tory działania w celu utrzymywania rozpoczętej czynności wtedy, gdy podstawowe drogi (pierwszego wyboru) przebiegu danych procesów są niedostępne z powodu uszkodzeń lub z powodu przeciążenia (natłoku). Są to założenia dla systemów przyszłościowych. Rozszerza się je szczególnie, gdy chodzi o centrale elektroniczne - o wymagania kontrolowania błędów centrali podczas jej normalnej eksploatacji i podczas połączeń próbnych. Każde w zasadzie połączenie zestawiane w centrali dowolnego systemu podlega kontroli podstawowej. Jest nią ocena



końcowego rezultatu przebiegów połączeniowych - ale jest to kontrola wykonywana wtedy, kiedy nie ma możliwości zapobiegania ewentualnym błędom. W systemach nowych, o wysokiej jakości można będzie dokonywać kontroli powtórnej wtedy, kiedy stwierdzi się jakąś wadę w czasie prób podstawowych (przy trwającym połączeniu), przy czym abonent nie będzie nawet świadomy swego uczestnictwa w przebiegu danych prób.

Naprawę szybko wykrytej wady można wykonać dzięki tzw. rezerwowaniu urządzeń wspólnych centrali i dzięki wyposażeniom przełączającym, szybko działającym. Złe pracujący zespół wyposażenia wspólnego, układy przełączające zastępują dobrym, rezerwowym, wykluczając jednocześnie z działania wadliwy. Istnieją już w projektach rozwiązania urządzeń, które zestawiają automatycznie połączenia w relacji: główne centrum naprawcze, odległa centrala bez stałej obsługi eksploatacyjnej w celu przekazywania na zasadzie transmisji danych niezbędnych informacji o rodzaju i umiejscowieniu uszkodzenia.

Dane te w głównym centrum odbierane są w postaci zapisu drukarki. Centrale systemów przyszłościowych będą miały wśród podstawowych urządzeń eksploatacyjnych i konserwacyjnych drukarkę automatycznie zapisującą wyniki okresowych badań próbnych centrali w odpowiednio zakodowanej formie. W ten sposób dane te służyć mogą obsługującym centralę technikom do oceny jakości jej pracy, a nawet do przewidywania mających nastąpić uszkodzeń - czyli w konsekwencji służyć mogą do podejmowania kroków zapobiegawczych.

W układach wielocentralowych będzie też możliwe zapewnianie połączeń pomimo istnienia uszkodzeń na niektórych kierunkach łączy oraz wbrew czasowej niemożliwości wzięcia do pracy pewnej grupy łączy z powodu natłoku. Zagadnienia te rozwiązują systemy z tzw. automatycznym kierowaniem ruchu - wyborem dróg połączeniowych.

W obecnej sieci angielskiej systemu STD (wybieranie w sieci łączy dalekosiężnych przez abonentów) tych możliwości nie ma. Pojawiają się ale tylko częściowo po wprowadzeniu czteroprzewodowej i komutowanej sieci tranzytowej. Ta sieć łącząca grupowe, rejonowe i główne centra łączeniowe będzie miała techniczną możliwość kierowania ruchu (wyboru dróg), na każdym stopniu łączeniowym. W przypadkach spodziewanego niebezpieczeństwa czy wystąpienia większej awarii zastosowano urządzenie do ręcznej zmiany dróg połączeniowych (kierowanie półautomatyczne). Zmiany dróg w poszczególnych kierunkach można przeprowadzić za pomocą kluczy przełączających lub przez wykonanie zmian w translacjach. Wprowadzenie sieci tranzytowej umożliwi badania rozstrzygające, do jakiego stopnia powinno się ograniczyć automatyczne kierowanie ruchu w układzie łączy dalekosiężnych. Pomocne przy tym będą też nowoczesne, bardziej uniwersalne systemy central (krzyżowe) i bardziej skuteczne systemy sygnalizacji.

Z myślą o systemach z automatycznym kierowaniem ruchu prowadzi się też badania uzupełniające, takie jak: nierównomierność obszaru rozkładu godzin największego ruchu, fluktuacja natężenia ruchu obserwowanego w róż-

nych dniach o tej samej porze oraz ocenianie przewidywanego zapasu pojemności sieci, przeznaczonego do przenoszenia ruchu kierowanego w przypadku potrzeby, na łącza rezerwowe.

Jednym ze sposobów rozwiązania tych problemów jest koncepcja ogólnego kierowania sieci za pomocą systemu sterowania stosującego maszyny matematyczne. Do centralnego układu opracowywania danych maszyny matematycznej wprowadza się informacje o przepływach ruchu telefonicznego i budowie sieci danego okręgu. Na ich podstawie zostaje określony w maszynie optymalny wariant układów połączeniowych (trasy, kierunki, łącza) dla każdego pojawiającego się zgłoszenia oraz wysyła się odpowiednie instrukcje do poszczególnych centrów łączeniowych.

System tak rozwiązany umożliwia podejmowanie środków zaradczych w przypadkach pojawiania się wyjątkowo dużego zapotrzebowania na usługi, na jakimś kierunku łączy. Dzięki kierowaniu tego ruchu na inne kierunki nie dopuszcza się do powstawania dużych strat. Obecnie jednak system taki nie może być w pełni zastosowany, gdyż nie rozporządza się jeszcze podstawowymi danymi ruchowymi, które określałyby zakres, do jakiego należy ograniczyć wartości strat i natłoku, tak aby nie trzeba było rozbudowywać systemów zabezpieczania obwodów przed niewłaściwym ich działaniem w tak dużych układach sieci, jak układy wielocentralowe.

Kluczem do rozwiązania tych problemów ma być koncepcja podwójnej informacji i podwójnego sterowania. Rozwiązania oparte na tej koncepcji zakładają istnienie

ośrodków sterujących siecią. Do tych ośrodków przesyła się z centrów układu wielocentralowego, po łączach transmisji danych coś w rodzaju stałych sprawozdań, które zawierają dane o przepływach ruchu we wszystkich centrach komutacyjnych.

Dane te są ciągle analizowane, a wyniki analiz służą do wysyłania dyrektyw sterowania dla poszczególnych kierunków łączy. Takie sterowanie powinno być w zasadzie automatyczne, ale musi też istnieć możliwość interwencji ludzkiej w przypadku zaistnienia jakichś warunków krytycznych.

Zarząd Pocztowo-Telekomunikacyjny wprowadza w Anglii "centra koordynacyjne" sieci jako pierwszy etap w budowie systemów kierowania ruchem. Będzie to wypróbowana możliwość sterowania siecią za pomocą manipulacji ręcznych.

Aby zapobiec nagłym stratom w postaci blokady wielu tysięcy kanałów informacyjnych, np. podczas awarii głównego kabla lub trasy linii radiowych, stosuje się układy automatycznej zmiany kierunku, działające na zasadzie "obejście przez obejście" ("circuit - by - circuit"). W tym celu stosuje się kanały główne i rezerwowe w przypadku linii mikrofalowych, a w przypadku układów kabli współosiowych dwie niezależne, skoordynowane sieci linii radiowych i kablowych, łączących najważniejsze węzły sieci. Sieci te nakładają się jak gdyby na siebie. Pozorną nieekonomiczność takiego rozwiązania usprawiedliwia fakt, że sieć kablowa wzrosła obecnie do olbrzymich rozmiarów, podobnie jak wzrosła szerokość jej

pasma przenoszenia, co w przypadkach nagłych awarii mogłoby spowodować całkowicie nieobliczalne w skutkach straty.

Systemy telekomunikacyjne przyszłości bazować muszą na osiągnięciach z dziedziny teorii informacji, która optymalizuje sposoby przenoszenia informacji, wśród nich są takie, które muszą być ściśle przystosowane do systemów sterowania central. W zakresie świadczonych usług telekomunikacyjnych systemy przyszłościowe powinny bezwzględnie realizować zasadę wierności przekazywania informacji. Dlatego wiele pracy włożono w rozwój systemów impulsowania po torach rozmównych. Sygnałów tych systemów używa się do spełniania różnych funkcji, jak np. sygnalizowanie wzięcia do pracy obwodu łączeniowego, sygnalizowanie odłączenia obwodu, nadawanie informacji numerowych i kierunkowych.

Charakterystyki tych sygnałów są dostosowane do specyfiki wymagań każdego rodzaju informacji, przy możliwym do przyjęcia ryzyku powstawania błędów. Tendencją współczesną jest wykorzystywanie możliwości kodowania do wykrywania błędów transmisji takich, jakie mogą być spowodowane przez czasowe rozłączenie lub nagły wzrost zakłóceń.

Możliwości wykrywania błędów w tych systemach są największe tam, gdzie stosowane jest wyposażenie wspólne.

Rozwój systemów impulsowania przeszedł historycznie cztery etapy:

- Etap pierwszy - dotyczy systemów, w których możliwości powstawania błędów były minimalizowane dzięki stosowaniu odpowiednich rozwiązań z wyposażeniem nadmiarowym;
- Etap drugi - dotyczy wprowadzania systemów impulsowania z wymuszaniem, w których odbiór prawdopodobnie dobrego sygnału musi być potwierdzony zwrotnie do strony nadawczej, zanim wysłany jest następny sygnał;
- Etap trzeci - dotyczy stosowania kodu typu "m elementów z n elementów" ("m" z "n"); w kodzie tym odbiornik dzięki zastosowaniu kryteriów logicznych i sekwencyjnych - może rozpoznać, że informacja jest niekompletna lub błędna - jeżeli tak jest, odbiornik żąda powtórzenia nadawania;
- Etap czwarty - odznaczający się stosowaniem wspólnego kanału transmisji danych do przenoszenia informacji impulsowania w kodzie binarnym, przy zastosowaniu prostego zespołu detekcji błędu kodu.

Zespół ten obniża liczbę nie wykrytych błędów do wartości prawie pomijalnych. Obecnie prowadzone są też prace nad systemem o nazwie: "wspólny kanał transmisji danych", który ma być zastosowany w eksploatacji międzynarodowej (CCITT Nr 6) i być może w Anglii.

W systemie tym stosuje się wspólny tor do przenoszenia sygnałów liniowych (tj. wywołania, rozłączania, odzewu) z jednego centrum przetwarzającego do innego oraz tak samo do przenoszenia sygnałów rejestrowych, tj. tych, które są potrzebne do kierowania połączenia. Zarówno kanał transmisji danych jak i rejestry są oczywiście uzależnione od urządzeń wspólnych (scentralizowanych) każdej centrali; używa się ich dla każdego połączenia tylko przez krótki okres czasu, który jest potrzebny do przekazania informacji lub ustawienia połączenia.

Powyższy przegląd problemów odnoszących się do systemów przyszłościowych daje pogląd, jak obszerna i złożona jest ta problematyka oraz usprawiedliwia być może w pewnym sensie długie okresy wprowadzania nowości na rynek telekomunikacyjny.

## 5. ZAKOŃCZENIE

Wysoka sprawność systemów - to cel, jaki powinien być osiągnięty w wyniku kontrolowania wzajemnych powiązań pomiędzy ludźmi, obwodami i systemami w telekomunikacji.

W rezultacie pracy usprawnionych systemów abonenci powinni otrzymywać usługi o większej liczbie udogodnień, o wyższym standardzie, a przy niższym koszcie ogólnym. Koszt - to właśnie wspólny mianownik, do którego sprowadza się wiele ocen systemów przyszłości.

Na przykładzie łączy dalekiego zasięgu można zauważyć, że ich koszt od kilkudziesięciu lat jest zmniejszany progresywnie dzięki stosowaniu systemów wielokrotnych.

Wydażność torów transmisyjnych systemów wielokrotnych rośnie wraz ze wzrostem liczby kanałów, przy wciąż zmniejszającym się koszcie przypadającym na milę  $\times$  MHz. Ta prawidłowość zachęca do szukania możliwości stosowania systemów o dużej krotności kanałów. Jednym z nich jest system koncentryczny telefonii wielokrotnej 60 MHz, gdzie po jednym torze przewodowym przesyła się 10800 rozmów telefonicznych. Wydaje się, że będzie można osiągnąć jeszcze wyższe pojemności torów po zastosowaniu transmisji falowodami.

Możliwość tę potwierdza już fakt, że w obrębie angielskiej sieci państwowej tylko bardzo mała liczba łączy jest na tyle długa, że koszty urządzeń liniowych tych łączy przewyższają inne koszty.

Jeśli chodzi o sieć łączy wewnątrz krajowych - to dominującym kosztem tej sieci jest koszt urządzeń komutacyjnych, sygnalizacyjnych i zwielokrotniających central końcowych.

W dziedzinie techniki komutacyjnej można zauważyć, że współczesne osiągnięcia nie stwarzają zbyt wielu widoków na znaczne oszczędności w kosztach. Nie widać też perspektyw na wzrost wydajności (możliwości komutacyjnych) dopóty, dopóki obwody łączeniowe muszą być komutowane pojedynczo. Co więcej - wprowadzanie czteroprzewodowej komutacji tranzytowej można uważać za odejście od tego celu, jakim jest komutowanie jednoczesne wielu obwodów. Pierwszym poważnym krokiem w kierunku podnoszenia wydajności komutowania powinno się okazać zastosowanie zasad komutacji telestrad (highways) wielokanałowych



do komutowania sygnałów PCM. Oprócz dużych oszczędności w liczbie punktów skrzyżowania (crosspoints) system taki daje oszczędność w ilości przyłączy (dzięki zwielokrotnieniu), ale musi współpracować z systemami bardziej złożonych central ze zwielokrotnieniem czasowym.

Niektóre problemy synchronizacji wymagają przy tym rozwiązania. Dowodem ścisłej współzależności ludzi i systemów w telekomunikacji jest dostarczenie usług telefonicznych i podobnych - "na żądanie". Dostarczanie usług "na żądanie" jest nierozzerwalnie związane z właściwościami systemów telefonicznych, określonymi w języku technicznym jako stopień elastyczności - (flexibility) - czyli podatności na zmiany w zakresie funkcji oraz stopień "rozbudowywalności" (expandability built) - czyli możliwości rozbudowy (rozszerzania) wyposażenia; te obie cechy odnoszą się do lokalnych/sieci rozdzielczych.

Systemy istniejące nie mają jednak tych cech rozwiniętych w odpowiednim stopniu, co zmusza ciągle do poprawiania ich lub zastępowania systemami nowymi. Nie można tego "odnowienia" systemu telekomunikacyjnego dokonać nagle. Ograniczone jest to tym, że obecna sieć (telefoniczna) reprezentuje sobą majątek bliski 400 mln funtów. Fakt ten jest jednocześnie i czynnikiem hamującym postęp i bodźcem do likwidacji zastoju. Wysoki stopień wprowadzania usług "na żądanie" można będzie osiągnąć dopiero wtedy, kiedy będzie istnieć sieć zintegrowana funkcjonalnie i technicznie, czyli sieć cyfrowa.

Na razie stosowanie technik cyfrowych w sieci telekomunikacyjnej nie jest ekonomiczne. Dziedziną o wyraźnych

powiązaniach ludzi i systemów jest eksploatacja (utrzymywanie) urządzeń. W dziedzinie tej daje się zauważyć ogólną tendencję do podnoszenia zakresu czynności każdego człowieka.

O ile obecnie w zakresie utrzymywania urządzeń wiele uwagi skupia się na obwodach pojedynczych i na elementach obwodów, o tyle w przyszłości ta domena zainteresowań przeniesie się na urządzenia wspólne, zespoły kanałów i urządzeń teletransmisyjnych i scentralizowane organy wspólnego sterowania. Wymaganie prowadzenia zabiegów eksploatacyjnych dopiero na poziomie układów bardziej złożonych (funkcjonalnie i konstrukcyjnie) - jest nieuniknione, ponieważ rozwój systemu nie może pociągać za sobą proporcjonalnie większego wysiłku personelu eksploatacyjnego ani proporcjonalnego wzrostu liczebnego tego personelu. Poprawa jakości obwodów i systemów w przyszłości musi wpłynąć na poziom i kwalifikacje techników. Ich najbardziej podstawową umiejętnością może stać się gruntowna znajomość sieci i zdolność szybkiego rozpoznawania uszkodzeń po objawach.

Najdoskonalszymi byłyby systemy tak zaprojektowane, że mogłyby pracować bez uszkodzeń. Ale takich systemów nie ma. Dlatego pozostać muszą aktualnymi wszystkie dotychczas istniejące procesy poszukiwań rozwiązań optymalnych, tzn. takich, które w sposób możliwie maksymalny wykorzystują pozytywne strony wzajemnych oddziaływań istniejących między techniką, ekonomiką i ludźmi w telekomunikacji. Poznanie tych oddziaływań może stać się jednym z ogniw rozwoju techniki w telekomunikacji.



